

КОМБИНИРАН ИНСТРУМЕНТ ЗА ОБРАБОТКА НА ОТВОРИ

Евстати Л. Лефтеров

РЕЗЮМЕ — Настоящата статия представя вариант на комбиниран инструмент за обработка на отвори посредством рязане и последващо заглаждане. Показана и обяснена е конструкцията на комбинирания инструмент и работните му елементи, посредством които може да се променят силите за заглаждане, действащи върху обработваната повърхност. Дадени са част от резултатите получени от направени експериментални изследвания.

Ключови думи: комбиниран инструмент, обработка на отвори, режещи пластини

COMBINED TOOL FOR MACHINING OF HOLES

Evstati L. Lefterov

ABSTRACT — This article presents a variant of a combined tool for machining holes by cutting and subsequent smoothing. Shown and explained is the construction of the combined tool and its working elements by means of which can change the smoothing forces acting on the treated surface. Some of the results obtained from the made experimental studies are given.

Keywords: combined tool, cutting inserts, machining of holes

1. ВЪВЕДЕНИЕ

При обработка на отвори с високо качество от гледна точка на форма, размери и грапавост се прилагат следните два вида обработки:

- Механична обработка чрез сваляне на стружки (разширяване на отвора, зенкерване или райберване) (Avramova, 2017 (Regarding...));
- Повърхностна обработка посредством пластично деформиране.

Процесът на пластично деформиране се извършва при условие на триене при плъзгане и триене при търкаляне по образуващата на отвора. Този процес най-често се нарича „дорноване“ (Проскуряков и колектив, 1984; Проскуряков и колектив, 1980; Проскуряков, Шельвинский, 1982).

Освен посочените по-горе технологични процеси за получаване на отвори с високо качество са известни обработки и инструменти за дорноване, разделени в следните групи:

- Устройства с еластичен държач, заглаждащ отвора с един деформиращ елемент, закрепен конзолно;
- Устройства със заглаждащ елемент от свръх твърди материали;
- Устройства с търкалящи елементи (ролки или сачми);
- Инструменти за формиране на регулярен профил.

Най-разпространени са комбинирани инструменти, извършващи едновременно сваляне на стружка, а след това заглаждане чрез ролковане с цилиндрични ролки, монтирани в сепаратор (mmsonline, 2018; freepatentsonline, 2018; directindustry, 2018; ecoroll, 2018).

Осъществяването на определена стегнатост става посредством радиално изместване на ролките в различни механизми.

Основни недостатъци на известните конструкции се явяват:

- Ниска производителност;
- Наличие на два независими инструмента, като за постигане на точността на обработката на повърхнината най-често ролковането се извършва няколко пъти;
- В практиката липсват инструменти, при които заглаждането се осъществява посредством триене чрез плъзгане.

2. ТЕХНИЧЕСКА СЪЩНОСТ НА ПРОЕКТИРАНИЯ ИНСТРУМЕНТ

Целта е да се създаде комбиниран инструмент за едновременно разширяване и заглаждане на отвори с три опори, работещи като режещо-заглаждащи елементи (Лефтеров, Аврамова, 2014; Аврамова, Стефанов, 2018; Лефтеров, Аврамова, 2015). Те са изработени така, че да свалят едновременно стружка и да заглаждат обработваната повърхнина посредством триене чрез плъзгане.

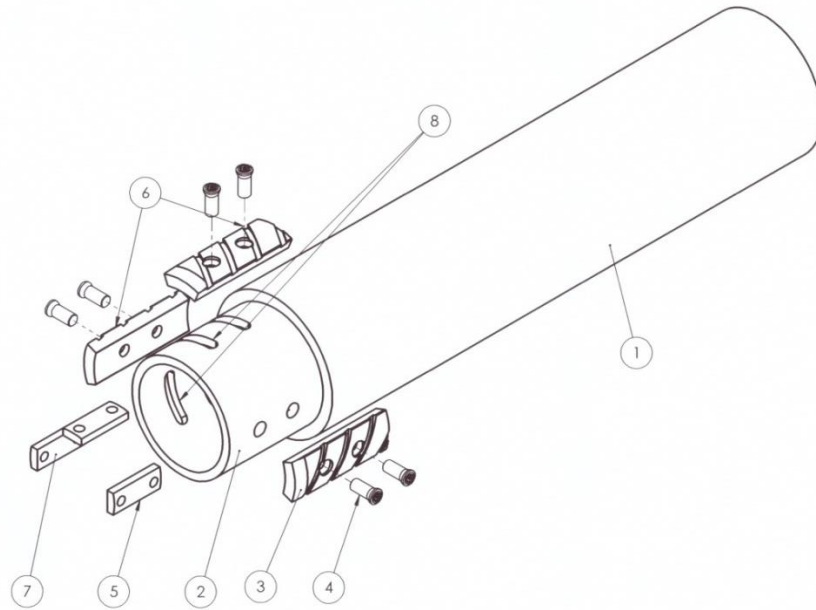
Силите на контакта се променят посредством изменение на ъглите на взаимно разположение на отделните подвижни работни елементи (Аврамова, 2017 (Approach...)).

За постигане на тази цел е създаден комбиниран инструмент състоящ се от цилиндрично тяло, завършващо с цилиндрична или конусна опашка, към което са монтирани три режещи заглаждащи и направляващи елементи, от които единия е неподвижен. (фиг.1 и фиг.2)

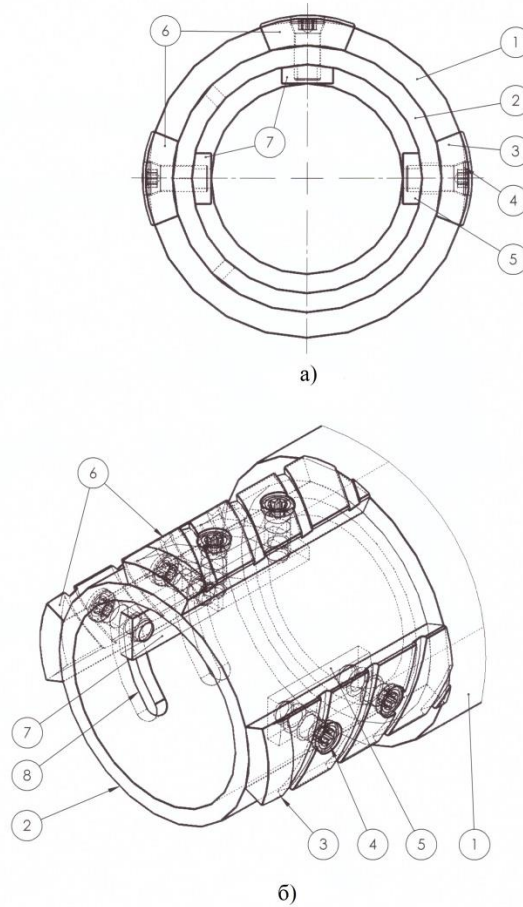
Тялото на инструмента представлява дебелистенна тръба, върху която е изработена степен за монтиране на работните елементи.

Направляващите режещи и заглаждащи елементи представляват секторни детайли, които имат по три контактни участъка. Неподвижният елемент е закрепен към тялото посредством два винта и контра тяло. Останалите два подвижни елементи се закрепват по същия начин. Работните елементи имат вътрешна и външна цилиндрични образуващи, като вътрешната съвпада по диаметър със степенята за закрепване, а външната образуваща е с диаметър, зависещ от обработвания отвор.

Завъртането на направляващите се осъществява при наличието на четири диаметрално разположение канали.



Фиг.1 Комбиниран инструмент за обработка на отвори в разглобен вид



Фиг.2 Изглед на комбиниран инструмент за обработка на отвори
а) изглед в челно сечение; б) подробен челен изглед

Режещо-заглаждащите направляващи елементи имат винтови канали под ъгъл 30° или 60° , както и ъгъл на рязане от 2° . Мазилно-охлаждащата течност се подвежда в хлабината между тялото и обработвания отвор.

Работните елементи се изработват от металокерамика, като всяка една от тях може да бъде изработена от различна твърда сплав, форма (описан радиус) и размери съобразно изискванията за точност и грапавост на обработваните отвори (Avramova, 2018 (Some...)).

Така създадения инструмент позволява да се обработват отвори в диапазон $D_{min} \div D_{max}$ – 6 mm, посредством монтирането на режещо-заглаждащи и направляващи модули с различен диаметър D_1 на външната цилиндрична образуваща.

При употреба на инструмента обработващите елементи контактуват с предварително обработения отвор като едновременно свалят стружка, направляват инструмента и заглаждат обработената повърхнина. Заглаждането се извършва посредством триене чрез плъзгане от полосите, разположение на описаната окръжност с максимален диаметър.

За изменение на силите на въздействие на работните елементи върху обработваната повърхнина се използва промяната на пространствената система сили (Avramova, 2018 (Developing...)), възникващи при различно ъглово разположение на подвижните режещо-заглаждащи и направляващи елементи спрямо неподвижния. Чрез първоначална настройка на ъгловото положение на работните елементи може да се зададат, както различни по големина, но и приблизително еднакви сили на въздействие, така и различни по стойност, но влияещи благоприятно върху качеството на обработваните отвори. Изменението на централните ъгли на взаимно разположение на двата подвижни работни елементи се изпълнява като двата подвижни елементи се изместват спрямо неподвижния по два канала на цилиндричната повърхнина. След позициониране до желаните ъгли, режещо-заглаждащо направляващите елементи се фиксират неподвижно към тялото на инструмента чрез два винта и свързаното към тях контра-тяло.

3. ПРИМЕРНО ИЗПЪЛНЕНИЕ НА ИНСТРУМЕНТА

Едно примерно изпълнение на такъв инструмент е показано на фиг.1, фиг.2, фиг.3 и фиг.4. Инструментът включва цилиндрично тяло (1), осигуряващо якостно инструмента и завършващо с конусна или цилиндрична опашка (в дадения случай цилиндрична).

Тяло (1) представлява дебелостенна тръба, върху която е изработена степен (2) за закрепване на режещо-заглаждащо направляващите елементи (3) и (6). Неподвижният елемент (3) се закрепва посредством два винта (4) и контра тяло (5) към степен (2). Вътрешната образуваща на елемент (3) е част от цилиндрична повърхнина с диаметър равен на този на степен (2).

Подвижните елементи (6) са със същата образуваща по вътрешната и външната повърхнина по диаметър. Фиксирането им се извършва с контра-тела (7), а завъртането им спрямо неподвижен елемент (3) става по четири секторни канали (8).

Неподвижният (3) и подвижните (6) режещо-заглаждащо направляващи елементи са изработени със стоманена подложка и полоса от твърда сплав. По периферията са прорязани канали с ъгли от $30^\circ \div 60^\circ$. Тези канали практически представляват винтови зъби с ъгъл от 2° . Вътрешната образуваща е с радиус R_2 равен на радиуса на външната окръжност на степен (2), а външният радиус R_1 се подбира със стойност отговаряща на изискванията на обработвания отвор. В челото работните елементи (3) и (6) имат конусен участък от 5° , подпомагащ връзването на инструмента.

4. ИЗПОЛЗВАНЕ НА ИНСТРУМЕНТА

Инструментът действа по следния начин: към тяло (1) върху степен (2) се монтират неподвижният модул (3) подвижните (6) режещо-заглаждащо направляващи елементи. На базата на теоретико-експериментални изследвания свързани с силовото натоварване в следствие процеса на рязане и триене се настройват оптималните ъгли на взаимно разположение на елементи (3) и (6) и се фиксират с винтове (4) и контра-тела (5) и (7). Ъглите на разположение на подвижните елементи (6) се променят в рамките на 30° и се настройват с помощта на оптичен ъгломер.

В процеса на работа неподвижният режещ елемент (3) и подвижните (6), предвид наличието на винтови канали със съответната геометрия, снемат тънки слоеве метал, като режещи зъби, а цилиндричните образуващи, явяващи се като тилна повърхнина на зъбите, заглаждат отвора посредством пластично деформиране, извършвано при триене чрез плъзгане. Обработката се извършва при следните кинематични схеми:

- Въртеливо и праволинейно движение на инструмента;
- Въртеливо движение на детайла и праволинейно движение на инструмента.

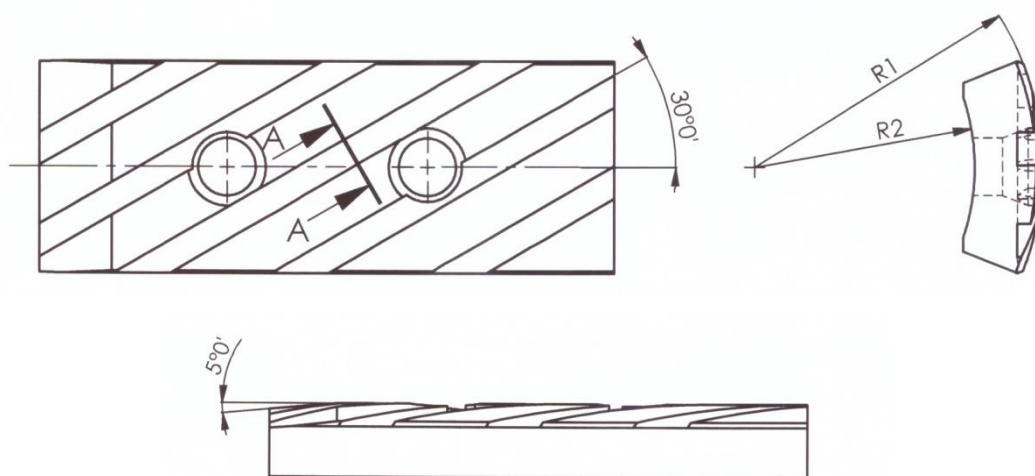
При използване на различни по височина обработващи елементи (3) и (6) могат да се обработват отвори с различен диаметър.

Охлаждането на зоната на обработка се извършва с МОТ (мазилно-охлаждаща течност) на маслена основа, подвеждана в пространството между обработващите елементи и степента на обработвания отвор.

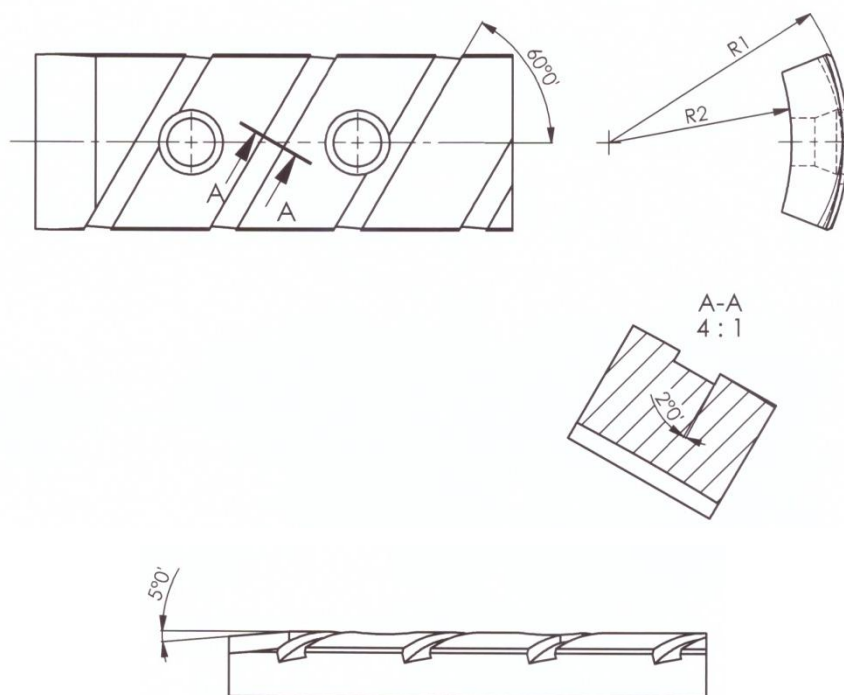
Инструментът може да работи, както в хоризонтално, така и във вертикално положение.

5. РАБОТНИ ЕЛЕМЕНТИ НА ИНСТРУМЕНТА

Работните елементи на инструмента са показани на фиг.3 и фиг.4 и представляват сглобяеми елементи, на които са обработени винтови канали с различен ъгъл ω в границите 30° до 60° . Секторът респективно дължината на дъгата се определя от централен ъгъл 44° и е еднакъв за различните диаметри на външната образуваща.



Фиг.3 Работен елемент на комбинирания инструмент при винтови канали под ъгъл 30°

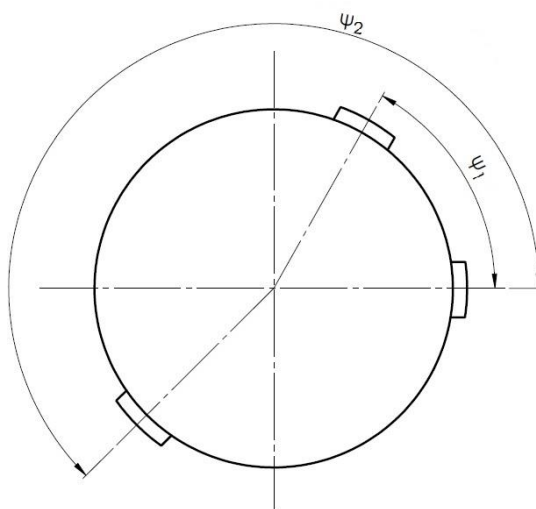


Фиг.4 Работен елемент на комбинирания инструмент при винтови канали под ъгъл 60°

От особена важност е ъгъла на върха (5°), който навлиза в обработваната тръба. В процесът на работа е осъществена обработка с максимална разлика между $D_{\text{начално}}$ и $D_{\text{окончателно}}$ в порядъка на 0,3 mm.

6. РЕЗУЛТАТИ ОТ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Основните параметри, които разглежданата конструкция позволява да се променят, включително и посредством пренастройка чрез промяна на ъглите ψ_1 и ψ_2 (фиг.5), ширината и дължината на работните елементи и ъгъла на винтовите полоси ω (фиг.3 и фиг.4), оказват влияние върху отклонението от диаметъра на обработвания отвор и грапавостта на същия.



Фиг.5 Схема на разположение на работните елементи на комбинирания инструмент

Проведените експерименти са при следните условия: обработвана стомана S355, диаметър на инструмента $D_i = 60 \text{ mm}$, $V = 20 \text{ m/min}$, $S = 0,2 \text{ mm/rev}$. Получените резултати са показани в таблица 1 и таблица 2.

Таблица 1 Грапавост при изменение на ъгъла ω°

Ъгъл ω°	Ra, μm	Постоянни параметри
30	0,68	$D_i = 60 \text{ mm}$ $V = 20 \text{ m/min}$ $S = 0,2 \text{ mm/rev}$ Материал S355 $\psi_1=90^\circ$; $\psi_2=210^\circ$
35	0,55	
40	0,42	
50	0,4	
60	0,38	

Таблица 2 Грапавост и размерна обработвания отвор при различни стойности на ъглите ψ_1 и ψ_2

ψ_1	ψ_2	Ra	D	Постоянни параметри
$^\circ$	$^\circ$	μm	mm	
60	270	0,52	60-0,01	$D_i = 60 \text{ mm}$ $\omega = 60^\circ$
70	250	0,5	60-0,015	
75	230	0,48	60-0,01	
80	210	0,4	≈ 60	
90	190	0,45	60-0,01	

Получените резултати показват следното:

- Наблюдава се снемане на минимални слоеве метал, които се поместват в каналите на обработващите елементи (фиг.3 и фиг.4).
- Очевидно е влиянието на ъглите ψ_1 и ψ_2 на взаимно разположение на подвижните режещо-заглаждащи елементи върху точността на обработвания отвор.

7. РЕЗУЛТАТИ

1. Разработен е инструмент за разширяване на отвори, състоящ се от цилиндрично тяло, завършващо с цилиндрична или конусна опашка, като в челната част е обработена степен с по-малък диаметър, характеризираща се с това, че към нея се закрепват посредством винтове и контра-тела, неподвижен и подвижни режещо-заглаждащо направляващи елементи, като подвижните модули могат да се изместват спрямо неподвижния и относително на себе си и фиксирани по канали и обработени на степента в предната част на инструмент.

2. Комбинираният инструмент за разширяване на отвори се характеризира с това, че неподвижния модул и подвижните модули имат обработени винтови канали с положителни предни ъгли от 2° и място за поместване на стружката.

3. Комбинираният инструмент съдържа режещо-заглаждащо направляващи елементи,

които имат външни полоси от твърда сплав обработени по цилиндрична образуваща, на която са прорязани винтови канали с различен ъгъл на наклона и положителна режеща геометрия.

4. Инструментът за обработка на отвори позволява обработка на отвори с различен диаметър като се използват режещо-заглаждащо направляващи модули с различен диаметър на външната цилиндрична образуваща, различна ширина и дължина и различна форма и геометрия на винтовите канали.

5. Промяната на ъгъл ω оказва съществено влияние върху грапаостта на обработваните отвори, като най-подходящите стойности са в границите $\omega = 50^\circ \div 60^\circ$.

6. Промяната на ъглите ψ_1 и ψ_2 влияе върху диаметъра на обработвания отвор (виж табл. 2), което позволява управление на получавания диаметър в определени граници.

6. ЛИТЕРАТУРА

Статия

Аврамова, Т. Г., Стефанов, Г. Д. (2018), Комбинирани инструменти за ППД с радиално подаване, Сборник доклади от XXVII международна научно-техническа конференция, АДП Созопол, ТУ-София, 48 – 52

Лефтеров Е., Аврамова Т. (2015) “Заглаждане посредством триене при плъзгане чрез инструмент с два твърди и един подвижен елемент”, III International Scientific Technical Conference, Technics. Technologies. Education. Safety, Proceedings, vol.3, Scientific technical union of mechanical engineering, , 33-35

Лефтеров Е., Аврамова Т. (2014) Комбиниран инструмент за обработка на отвори, Полезен модел, Република България, № ВГ 1913 U1, 01.07.2014

Проскуряков Ю. Г., Романов В. Н., Исаев А. Н. (1980) Управление деформациями и точностью при свободном объемном дорновании, Станки и инструмент, № 8, 30÷32

Е-journal статия

Avramova, T.G. (2017) Approach in Determining the Geometric Parameters of the Cutting Tools by Modeling in Solidworks Environment, International Journal of Engineering Research And Management (IJERM), Volume-04, Issue-11, ISSN: 2349-2058, 1-4 Available: https://www.ijerm.com/download_data/IJERM0411001.pdf. Accessed on [2018-08-24].

Avramova T.G. (2018) Developing a Methodology for Calculating the Working Angles of Cutting Tools with Replaceable Cutting Inserts, International Journal of Engineering Research And Management (IJERM), Volume-05, Issue-1, 17-21 Available: https://www.ijerm.com/download_data/IJERM0501015.pdf. Accessed on [2018-08-24].

Avramova T.G. (2017) Regarding the Choice of Tools for Machining of Parts with Complex Configuration, International Journal of Engineering Research And Management (IJERM), Volume-04, Issue-11, ISSN: 2349-2058, 5-8 Available: https://www.ijerm.com/download_data/IJERM0411002.pdf. Accessed on [2018-08-24].

Avramova T.G. (2018) Some Aspects Of Designing Cutting Tools, Eastern Academic Journal, Issue 1, 79-85 [2018-08-24]

<http://www.mmsonline.com/articles/combining-skiving-and-burnishing-for-cylinder-bores>
Accessed on [2018-08-24]

<http://www.freepatentsonline.com/6560835.pdf> Accessed on [2018-08-24]

http://pdf.directindustry.com/pdf/urma/roller-burnishing-tool/11541-63831-_46.html Accessed on [2018-08-24]

<http://www.ecoroll.de/> Accessed on [2018-08-24]

Книга

Проскуряков Ю. Г., Романов В. Н., Исаев А. Н. (1984) Объемное дорнование отверстий, Машиностроение, 224

Проскуряков Ю. Г., Шельвинский Г. И. (1982) Дорнование цилиндрических отверстий с большими натягами, Ростовский государственный университет, 166